



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Nobushige KORENAGA

Application No.: 10/716,702

Filed: November 20, 2003

For: STAGE APPARATUS AND METHOD OF
CONTROLLING THE SAME

)
: Examiner: Unassigned
)
: Group Art Unit: Unassigned
)
:
:
:
: January 30, 2004
:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

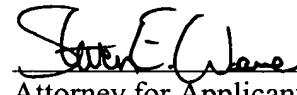
Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2002-339750, filed November 22, 2002.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant
Steven E. Warner
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200
SEW/eab

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月22日
Date of Application:

出願番号 特願2002-339750
Application Number:

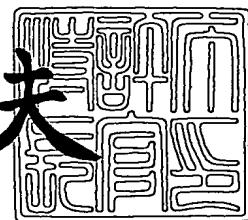
[ST. 10/C] : [JP 2002-339750]

出願人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2003年12月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 224881

【提出日】 平成14年11月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 3/00

【発明の名称】 ステージ装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 是永 伸茂

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康徳

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100112508

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柳 司郎

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ステージ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第1の方向に延び、該第1の方向と直角な第2の方向へ移動可能な第1方向ガイドと、

前記第1方向ガイドを前記第2の方向へ移動させる駆動機構と、

前記第1方向ガイドにガイドされて、前記第1の方向に移動可能な可動体と、

前記可動体と前記第1方向ガイドとの間に、前記第2の方向に沿った電磁力を発生して、該可動体と該第1方向ガイドとを非接触に保つ電磁力発生手段とを備えることを特徴とするステージ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、移動ステージ装置に関する。特に、露光装置におけるウエハステージ等に好適な移動ステージ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

露光装置の高精細化に伴い、ウエハステージとして6軸微動ステージを搭載した移動ステージ装置が採用されている。この種のステージ装置としては、例えば特許文献1に記載がある。一般的な移動ステージ装置について、図15～図18を参照して以下に説明する。

【0003】

図15は一般的な移動ステージ装置の概観を示す図である。ステージ定盤300上にヨーガイド301が設けられ、ヨーガイド301とステージ定盤300でガイドされるYスライダ302が設けられている。Yスライダ302とステージ定盤300およびヨーガイド301との間には不図示のエアパッドが設けられている。この結果Yスライダ302はY方向に滑動自在になっている。

【0004】

また、Yスライダ302を囲む形でXスライダ303が設けらる。Xスライダ

303はX上板303a、X側板303b、X下板303cから構成され、Yスライダ302の側面でガイドされている。Yスライダ302の側面とX側板303bの間にはエアパッドが設けられている。これを図18に示す。またXスライダ303のX下板303cとステージ定盤300の間にも不図示のエアパッドが設けられている。この結果、Xスライダ303はYスライダ302に対してX方向に滑動自在になっている。Yスライダ302は前述のようにY方向に滑動自在であり、Xスライダ303はYスライダ302に対してX方向に滑動自在なので、結局、Xスライダ303はXY方向に滑動自在となる。

【0005】

Xスライダ303のX上板303a上には6軸微動リニアモータと微動天板361からなる微動ステージ360が設けられる。6軸微動リニアモータは図16に示すように2つのX微動リニアモータ362、2つのY微動リニアモータ363、3つのZ微動リニアモータ364から構成される。各微動リニアモータは空芯の長円形扁平コイルとその扁平コイルを両側からはさむように設けられた磁石およびヨークから構成される、いわゆるローレンツ力を利用するリニアモータである。このリニアモータは、扁平長円形コイルの扁平面を含む面内で長円形コイルの直線部に直角な方向に推力を発生する。X微動リニアモータ362の長円形コイルは扁平面がXZ面と平行で直線部がZ軸と平行になっており、Yリニアモータの長円形コイル（363d）は扁平面がYZ面と平行で直線部がZ軸と平行になっており、Zリニアモータ364の長円形コイル（364d）は扁平面がYZ面と平行で直線部がY軸と平行になっていることで、各々XYZ方向の力を発生するようになっている。

【0006】

なお、上記以外の構成ももちろん可能であり、例えば、微動リニアモータの個数もXYのどちらかを1個としてもよい。

【0007】

各微動リニアモータにおいて、コイル（363d、364d）はコイル枠（363e、364e）を介してXスライダ上板303aに固定され、磁石（363c、364c）およびヨーク（363b、364b）はヨーク固定（363a、

364a) を介して微動天板361に固定される。

【0008】

また、Xスライダ303、Yスライダ302の駆動にもリニアモータが用いられる。Xスライダ、Yスライダ駆動用のリニアモータは、図17に示すようなコイル固定磁石可動型のものであり、磁石位置に応じて2個のコイルを選択し、電流の大きさと方向を適切に制御することで長ストロークの駆動を実現する2相正弦波駆動タイプのリニアモータである。固定コイルは、あし341を介してステージ定盤300に固定されたコイル枠342と、コイル枠342に固定されたコイル343から構成される。可動磁石はコイル343を両側からはさむように設けた1対の4極磁石344と、その各々の裏面に設けたヨーク346と、ヨーク間を結合する可動子側板345から構成される。なお、Xリニアモータも類似の構成を有する。

【0009】

Yスライダ位置、Xスライダ位置、および微動天板位置は不図示のセンサで測定されている。Yスライダ302は少なくとも1軸、Xスライダ303は少なくとも1軸、微動天板361は少なくとも6軸のレーザ干渉計で計測されるのが望ましい。

【0010】

以上の構成において、Xスライダ303は図18に示すリニアモータで駆動されXYの両方向に長い距離を移動し、微動天板361は図16に示す6軸微動リニアモータで高精度に制御される。微動天板361を制御する6軸微動リニアモータはローレンツ力を利用したものなので、X及びYスライダと微動天板361との位置が変動してもその変動の影響をまったく受けずに高精度な位置制御が可能となっている。

【0011】

【特許文献1】

特開2000-106344号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

以上のようにXYステージの上にローレンツ力による6軸微動ステージ360を搭載した露光装置ステージは、長ストロークにわたって高精度な位置制御が可能となる利点がある。しかしながら、6軸微動ステージ360を搭載したため、Xスライダ303より先、つまりXスライダ303と微動ステージ360のトータルの質量が増加してしまう。露光装置のステージでは生産性を高めるために大きな加速度でステージを加速する必要があるが、Xスライダと微動ステージのトータルの質量が増加すると、加速度が同一でも加速に必要な力は質量に比例して増加する。

【0013】

上述したステージ装置の構成では、Xスライダ303と微動ステージ360をY方向に加速するための力は、もともとは図17に示すYリニアモータで発生される。そしてこの力の一部が図18に示すエアパッドを介してXスライダと微動ステージに伝達される。具体的にはYスライダ系の質量を m_1 、Xスライダ系の質量を m_2 、微動天板系の質量を m_3 、加速度を α とすると、図17に示す構成のYリニアモータ2本で $(m_1+m_2+m_3) \times \alpha$ の力を発生し、このうちの $(m_2+m_3) \times \alpha$ の力が図18に示すエアパッド380を介してXスライダ303と微動ステージ360に伝達される。

【0014】

問題はエアパッド380の力伝達能力である。エアパッド380による力伝達は圧力換算で1kgf/cm²程度にとどまっている。よって微動ステージの追加により $(m_2+m_3) \times \alpha$ が増加すると、その力を伝達できなくなる。かといってエアパッド380を転がりタイプのステージにするのは、寿命の問題やごみの問題があつて非常に困難である。露光装置のように長期間の連続稼動とクリーン度が要求されるステージには転がりタイプのガイドは適用困難で、ガイドを非接触のもので構成するというのは譲れないところである。

【0015】

さらに最近ではより微細なパターンを露光するために真空雰囲気で使えるステージが要求されているが、真空雰囲気でエアパッドを構成しようとすると周辺にエアを回収する手段を設ける必要がある。この周辺部は推力伝達に寄与しないの

で圧力換算での推力伝達能力はますます低下する傾向となる。

【0016】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、微動ステージを搭載した搬送質量の大きな可動体を迅速に加速できる非接触ガイドを備えたステージ装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するための本発明によるステージ装置は以下の構成を備える。すなわち、

第1の方向に延び、該第1の方向と直角な第2の方向へ移動可能な第1方向ガイドと、

前記第1方向ガイドを前記第2の方向へ移動させる駆動機構と、

前記第1方向ガイドにガイドされて、前記第1の方向に移動可能な可動体と、前記可動体と前記第1方向ガイドとの間に、前記第2の方向に沿った電磁力を発生して、該可動体と該第1方向ガイドとを非接触に保つ電磁力発生手段とを備える。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

【0019】

<第1実施形態>

図1は第1実施形態によるステージ装置の概観を示す図である。ステージの基本的な構成は、図15を用いて上述した通りである。すなわち、ステージ定盤300、Yスライダ302、Yリニアモータ340、Xスライダ303、Xリニアモータ320、6軸微動リニアモータと微動天板361を含む微動ステージ360等を具備し、Yスライダ302がステージ定盤300とヨーガイド301によりエアパッドを介してY方向にガイドされ、Xスライダ303とステージ定盤300の間にはエアパッドが設けられている。

【0020】

第1実施形態のステージ装置においては、Xスライダ303をX方向にガイドするためのガイド構成に特徴がある。一般的なステージ装置では、図14で説明したように、Xスライダ303はYスライダ302の側面とXスライダの側板303bとの間に設けられたエアパッドでYスライダ302の側面に沿って動くようガイドされている。

【0021】

これに対して、第1実施形態では、図2、図3に示すように、Xスライダ303はYスライダ302の側面とXスライダの側板303bとの間に設けられた4個のY電磁石101および2枚のY吸引板102によって、Yスライダ302の側面に沿って動くようガイドされている。2枚のY吸引板102はYスライダ302の2つの側面に各々固定され、4個のY電磁石は2つの側板303bに2個ずつ固定される。そして各々のY吸引板102と2個のY電磁石101は非接触で対面している。Y吸引板102、Y電磁石101は図3のような積層された磁性体で構成するのが望ましい。このようにすると電磁石の磁束変化に起因する渦電流の影響を極めて小さくできるからである。またY電磁石101はE形断面コアの中央の歯にコイルを巻いたもので構成される。

【0022】

電磁石は吸引力しか発生できないのでY軸の正負各々の方向に力を発生させるためには1対の対向した電磁石構成が必要である。図3では合計4個つまり2対のY電磁石101が設けられているが、これらによりY軸の正負方向、Z軸周りの回転の正負方向に力およびモーメントを発生できるようになっている。

【0023】

次にXスライダ303の計測系について説明する。図15で説明したステージ装置ではXスライダ303はX方向位置だけを計測していれば十分であった。これに対して、本実施形態ではXスライダ303についてX方向位置およびY軸方向位置およびZ軸周りの回転の3つを計測する必要がある。図15のステージ装置ではY軸方向位置とZ軸まわりの回転はエアパッドで機械的に規制されていたので計測する必要がない。しかしながら、本実施形態のステージ装置では、Y軸方向位置とZ軸まわりの回転は機械的に拘束されておらず、Y電磁石101によ

って制御される。従って、Xスライダ303のY軸方向位置とZ軸周りの回転を計測することが必要となる。

【0024】

以上の構成におけるY電磁石の制御及び作用について説明する。図4はコントローラ150によるY電磁石の制御構成を模式的に示した図である。

【0025】

Xスライダ303に設けたY電磁石101およびXスライダ303の計測系の役割は2つある。第1の役割はXスライダ303とYスライダ302を非接触に保つことであり、第2の役割はYスライダ302からXスライダ303に大きなY軸方向の加速力を伝達することである。

【0026】

上述の第1の役割は、Xスライダ303のY軸方向位置、Z軸周りの回転量、YスライダのY軸方向位置を計測し、Xスライダ302とYスライダ303が接触しないように4つのY電磁石101に適当な電流を流すことで実現される。すなわち、コントローラ150は、XスライダY軸方向位置計測器151、XスライダZ軸回り回転計測器152、YスライダY軸方向計測器153からの計測情報に基づいて、Xスライダ302とYスライダ303が接触しないように4つのY電磁石101a～dに適当な電流を流す。Xスライダ303はYスライダ302と非接触状態に制御されればよく、高い精度でYスライダに追従する必要はない。この制御は回転型の磁気軸受け等で周知の技術により達成できる。

【0027】

上記第2の役割は4つのうち2つのY電磁石にXスライダと微動ステージのY軸方向の加速に必要な力をY軸方向の加速に同期して発生させることで達成できる。たとえば図2においてY軸のプラス方向に加速する場合は、図2の奥側の2個の電磁石（図4の101a、101b）にXスライダと微動ステージのY軸方向の加速に必要な力をY軸方向の加速に同期して発生させればよい。こうすることでXスライダ303はYスライダ302からY軸プラス方向の吸引力を受けることができる。逆にXスライダ303をY軸マイナス方向に加速する場合は、図2の手前側の2個の電磁石（101c、101d）にXスライダと微動ステージ

のY軸方向の加速に必要な力をY軸方向の加速に同期して発生させればよい。こうすることでXスライダ303はYスライダ302からY軸マイナス方向の吸引力を受けることができる。

【0028】

Yスライダ302の加速のスケジュール、つまり時間と加速度の関係はあらかじめわかっているので、コントローラ150がフィードフォワード的に加速のための吸引力を4個のうち2個の電磁石に発生させればよい。なお、Y方向の加速時もXスライダ303とYスライダ302を非接触に保つための制御は並行して行われていて加速のための吸引力および制御のための制御力を発生するよう各電磁石は制御される。

【0029】

このようにY方向の加速力を電磁石によって伝達すると、伝達力をエアパッドで伝達する場合に比べて飛躍的に増大させることができる。上述したように、エアパッドで発生できる単位面積あたりの力はほぼ 1 kgf/cm^2 である。これに対して電磁石で発生できる単位面積あたりの力はほぼ 8 kgf/cm^2 程度と約8倍になる。これは以下の式で見積もられる。

【0030】

電磁石と吸引板の対面面積をA[m²]、対面面積において一様な磁束密度B[T]が発生しているときの電磁石の吸引力Fは、真空の透磁率を μ_0 として

$$F = 1/2/\mu_0 \times B \times B \times A$$

である。

【0031】

よって単位面積あたりの力は、

$$F/A = 1/2/\mu_0/B \times B \text{ である。}$$

【0032】

電磁石と吸引板の空隙を適当に設定し電磁石と吸引板の材質に珪素鋼板を用いた場合、Bは最大で1.4T程度が可能である。このとき、

$$\begin{aligned} F/A &= 1/2/(4 \times \pi \times 1 \text{ e}^{-7}) \times B \times B \\ &= 7.8 \text{ e}^5 [\text{N/m}^2] \doteq 8 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

となる。

【0033】

以上説明したようにYスライダとXスライダの間のガイド手段を電磁石で構成することによりエアパッドで構成した場合に比べて飛躍的に伝達できる推力を増加することができる。この結果搬送質量が重くなりがちな6軸微動ステージを搭載したXYステージにおいても大きな加速度を得ることができ、ひいては高精度と生産性を両立させることができるようになる。

【0034】

<第2実施形態>

次に、第2実施形態について説明する。これはいわゆる田の字形のステージである。第2実施形態では、田の字形ステージのXおよびYガイド部に、第1実施形態で説明したような電磁石を設ける。

【0035】

図5に示すように、ステージ定盤200上にXスライダ201、Yスライダ202が設けられている。Xスライダ201、Yスライダ202の下部には不図示のエアパッドが設けられており、Xスライダ201及びYスライダ202はステージ定盤200上を滑動自在に動くことができる。

【0036】

Xスライダ201とYスライダ202はZ方向の位置がずれて略直交するように配置されており、Xスライダ201とYスライダ202の交点相当の位置にXYスライダ203が配置される。XYスライダ203の下部にもエアパッド（不図示）が設けられており、XYスライダ203はステージ定盤200上を滑動自在に動くことができる。XYスライダ203の上部には、第1実施形態と同様の微動ステージ360が設けられ、極めて高精度な位置制御を可能にしている。

【0037】

Xスライダ201、Yスライダ202の両横には図6に示す構造の有鉄心リニアモータ（Xリニアモータ204、Yリニアモータ205）が設けられ、Xスライダ201、Yスライダ202に大きな加速力を付与することができるようになっている。

【0038】

Yスライダ202の詳細は以下のとおりである。Yスライダ202はYバー211、Yバーの両側面に設けられたY吸引板212、Yバー211の両端に設けられたYあし213、Yバー211の両端にYリニアモータ可動子取り付け板を介して設けられたYリニアモータ可動子215から構成される。リニアモータ可動子にはYリニアモータ固定子240（図8）との吸引力により固定子の略中央あたりにくるような保持力が作用している。このためYスライダ202のX方向位置は大きくずれないようになっている。Yあし213とステージ定盤200の間に前述の不図示のエアパッドが設けられている。

【0039】

Xスライダ201とYスライダ202は高さの違いを除けば同一構成である。Xスライダ201はXバーがYバーと略直交するようにひいては前述のように全体が略直交するように配置されている。さらにXスライダ201とYスライダ202が交差するところにXYスライダ203が設けられる。

【0040】

XYスライダ203はXY上板231、Yバー211の両側面に対面するよう設けられる2枚のY駆動板232、XY中間板233、Xバー221の両側面に対面するよう設けられる2枚のX駆動板234、XY下板235、図5及び図6では見えないが2枚のY駆動板の各々に2個ずつ設けられた都合4個のY電磁石、同様に図5及び図6では見えないが2枚のX駆動板234の各々に2個ずつ設けられた都合4個のX電磁石から構成される。XY下板の下部には不図示エアパッドが設けられXYスライダ全体がステージ定盤上をXY方向に滑動自在に動けるようになっている。

【0041】

図7にYバー周辺の配置関係を示す。Yバー211の両側面にY吸引板252が固定され、XYスライダ203の一部である2枚のY駆動板232の各々には2個ずつのY電磁石251が固定され、各Y吸引板252に対して2個のY電磁石251が非接触で対面している。

【0042】

XYスライダ203のY軸方向位置とZ軸周りの回転とYスライダのY軸方向位置とYスライダのZ軸周りの回転を測定し、これらの測定量に応じて4個のY電磁石251に適当な電流を流すことでYバー211とXYスライダ203を非接触に保つことができる。またYバー211がY軸プラス方向に加速度 α で加速されるのに同期してその $\alpha \times (XY\text{スライダ質量} + \text{微動ステージ質量})$ だけの力を2つの奥側のY電磁石251で発生するように電流を流すと、Y吸引板252を介して“XYスライダ+微動ステージ”を加速度 α でY軸プラス方向に加速することができる。このため、Yバー211と“XYスライダ+微動ステージ”はほぼ同期した動きをすることができる。Yバー211を加速する力は図8を参照して後述する2組の有鉄心Yリニアモータ205により発生される。

【0043】

同様にYバーがY軸マイナス方向に加速度 α で加速されるのに同期してその $\alpha \times (XY\text{スライダ質量} + \text{微動ステージ質量})$ だけの力を2つの手前側のY電磁石251で発生するように電流を流すと、Y吸引板252を介して“XYスライダ+微動ステージ”を加速度 α でY軸マイナス方向に加速することができ、Yバー211と“XYスライダ+微動ステージ”はほぼ同期した動きを実現することができる。なお、加速中もXYスライダとYバーを非接触に保つ制御は並行して行われている。

【0044】

Xバー周辺も上記Yバー周辺と同様である。すなわち、Xバー周辺とYバー周辺は同一構成でありYバー周辺のYをXに読み替えるだけでYバー周辺で説明したのと同じ機能をX方向について実現できるようになっている。

【0045】

次にYスライダ、Xスライダを駆動するためのYリニアモータ、Xリニアモータについて説明する。ここでは、Yリニアモータを例に挙げて説明する。Yリニアモータ205は図8に示す構成になっている。可動子215は中間板241と中間板241の上下に14個ずつ設けられた永久磁石242とから構成される。各永久磁石242はZ方向に着磁され、隣り合う磁石でN Sが反転するように並べられている。中間板241は磁石242の磁束を通すため磁性体で構成されて

いる。

【0046】

固定子240はくし歯形状の鉄心243に複数のコイル244を差し込んだユニットを可動子215の上下から非接触で挟み込むように配置し、この2つのユニットを補強板上245、補強板下246、補強板前247、補強板後248の4つで固定して構成される。補強板下246の下部にはあし249が設けられ、固定子240全体をステージ定盤200に固定している。

【0047】

図8はスロット11個分の長さと磁石12極分の長さが一致するように設計された、11スロット12極構成のモータである。コイルは隣あうものが直列または並列に接続されて1つの相を構成している。磁石の周期を基準とする電気角でコイルの相の種類は3種類であり、いわゆる3相モータである。但し同じ相というのは180度ずれたものまで拡張して同相と称している。

【0048】

駆動方法は磁石24の位置に応じて推力に寄与する3相のコイルを選択し、それらに電流ベクトルと磁束ベクトルが直交するように正弦波電流を流すいわゆる3相正弦波駆動である。有鉄心リニアモータは、上記第1実施形態で示した空芯タイプのリニアモータに比べて同一発熱で大きな推力を発生できるという特徴がある。さらに図8の構成では、可動子215を磁石のみとし固定子240をコイル+鉄心としたので、くし歯形鉄心のくし歯の長さを長くしてコイルおよび鉄心の量をふやしてより大推力が発生できる設計にすることができる。この場合でも可動子の質量は変わらないので、搬送質量を増やすことなく推力を増やすことができる。

【0049】

以上の構成においてXリニアモータ204、Yリニアモータ205を駆動してXスライダ201、Yスライダ202を加速するとXバー221、Yバー211からXYスライダ203へはX電磁石・Y電磁石により極めて大きな加速力が伝達でき、またX電磁石・Y電磁石は加速力伝達中も並行してXYスライダとXスライダ、XYスライダとYスライダの間を非接触に保つように制御している。つ

まり非接触を保ちながら6軸微動ステージ360を搭載した大きな質量のXYスライダ系に大きな加速力を伝達することができ、高精度な位置制御は6軸微動ステージで達成されるのでパターンの高精細化と高い生産性を両立することができる。

【0050】

最後に可動磁石型有鉄心リニアモータと田の字ステージを組み合わせによる利点を説明する。田の字形ステージではX駆動においてもY駆動においても他の駆動軸の駆動機構を搬送する必要がないという特徴がある。このためある軸の駆動機構の可動部を軽く、固定部を重くする設計が可能となる。そのような設計によってある軸の固定部が重くなってしまっても、その重くなった固定部をもう一方の軸の駆動系で搬送しなくてよいからである。逆に、上述した第1実施形態では、Yスライダ上にXリニアモータが搭載されているのでXリニアモータの固定子を重くするとY駆動系で必要な加速力が増加してしまい、好ましくない。図8に示す有鉄心のリニアモータは可動部を軽く固定部を重くして大きな推力を得るようにした例である。図8に示す構成のリニアモータは前述のようにくし歯形状鉄心のくし歯の高さを高くしてそこに巻くコイルの量をふやすようにすると可動子の質量は一定のままで推力を増加することができる。これに伴って固定子の質量は増加するが固定子は他の軸の駆動系によって搬送されないので重くなても問題にはならない。

【0051】

つまり田の字形ステージと可動磁石型有鉄心リニアモータを組み合わせることでより大きな推力をYスライダ、Xスライダ、ひいてはXYスライダに与えることが可能になる。

【0052】

<第3実施形態>

次に、第3実施形態を説明する。図9及び図10は第3実施形態によるステージ装置を示す図である。

【0053】

ステージ装置の構成、作用、効果は第2実施形態とほとんど同じである。つま

りステージ基本構成が田の字形であり、Xスライダ201、Yスライダ202、XYスライダ203、微動ステージ360から構成され、Xスライダ201、Yスライダ202の駆動には可動磁石型有鉄心リニアモータ（204、205）が用いられる。また、XYスライダ203とXスライダ201、XYスライダ203とYスライダ202の間に電磁石と吸引板が設けられ、電磁石の電流を適当に制御することによりXYスライダ203がXスライダ201およびYスライダ202から大きな加速力を受けると同時に、XYスライダ203とXスライダ201およびYスライダ202の間が非接触に保たれること、更に、田の字ステージと有鉄心可動磁石リニアモータの組み合わせによりより大きな加速力を発生できることは第2実施形態で述べたとおりである。

【0054】

第3実施形態では、以上に加えてXスライダ201まわり、Yスライダ202まわりに、新たにZ吸引板261とZ電磁石262（図11）を設けて、XYスライダ203が加速されるときに発生するモーメントによるXYスライダ203の傾きを抑制できるようにしたることである。

【0055】

Z電磁石系という新たな要素は付加されたが、第2実施形態と同様にXスライダ周りとYスライダ周りは同じ構成であり、ここではYスライダ周りについて説明する。

【0056】

図11、図12にYバー202周辺の構成を示す。Z電磁石系以外は図7に示した第2実施形態のYバー周辺図と同じ構成であり、Z電磁石系以外の作用効果も第2実施形態と同様である。ここでは、第2実施形態の構成に加えて、Yバー202の上下にZ吸引板261が設けられる。さらに各Z吸引板261に非接触で対面する2個のZ電磁石262が設けられる。上側の2個のZ電磁石262はXY上板231に固定され、下側の2個のZ電磁石はXY中板233に固定される。

【0057】

Xバー201にも同様の構成でZ吸引板とZ電磁石が設けられる。Xバー周辺

の場合、上側の2個のZ電磁石はXY中板233に固定され、下側の2個のZ電磁石はXY下板235に固定される。

【0058】

次にYバー202に設けたZ電磁石系の作用について説明する。Xバーについても同様の作用があることはいうまでもない。

【0059】

図13にXスライダ、Yスライダ、XYスライダ、微動ステージの切断面を示し、図14にその切断面におけるZ電磁石系の作用を説明する。

【0060】

図14の(a)にはXリニアモータに推力を与え、Xスライダ系を介してXYスライダおよび微動ステージをマイナスX方向に加速する場合にXYスライダ系に作用する力を示しており、図14の(b)にはそのときにYスライダ系に作用する力を示している。

【0061】

Xマイナス方向にXYスライダに加速力を与えるには前述のようにXプラス側に配置されたX電磁石に加速力に等しい吸引力を発生させればよい。ところがこの吸引力の作用線は“XYスライダ+微動ステージ”全体の重心とずれているので、加速時に“XYスライダ+微動ステージ”全体に作用する慣性力と吸引力の作用線が一致せず、XYスライダに対してモーメントが発生する。そこで4個のZ電磁石のうち対角位置にある2個のZ電磁石に適当な電流を流してこの吸引力と慣性力によるモーメントを打ち消すようにしている。したがってトータルとしてXYスライダにはモーメントは発生せず姿勢が傾くことはない。

【0062】

もしZ電磁石系によるモーメント相殺がなければXYスライダに作用したモーメントにはXY下板の下部に設けたエアパッドで対抗することになる。ところがエアパッドのスパンは大きくはとれずエアパッド部で加速力と同程度の負荷を発生させなければならない。しかし前述のようにエアパッドでは単位面積あたりの発生負荷が 1 kgf/cm^2 程度なので、加速力と同程度の負荷は発生できない。このため、XYスライダ下部が接触してしまったり、これを避けるために加速を制限

しなければならなくなったりする。よってより大きな加速を得たい場合はZ電磁石によるモーメント相殺が必須となる。この状況が図14（a）に示されている。

【0063】

図14（b）は、Z電磁石で受けたモーメントがどこに伝えられるかを説明する図である。Z電磁石の吸引力はYスライダの2枚のY吸引板に伝わるので、モーメントはYスライダに伝わる。YスライダではZ電磁石から伝わったモーメントにYあし下部に設けたエアパッドで発生する負荷で対抗している。図に示すように2個のZ電磁石のスパンに比べてYあし下部のスパンは数倍程度取れるのでYあし下部のエアパッドが発生すべき負荷は加速力の数分の1ですむ。つまり発生負荷の小さいエアパッドでも加速時に発生するモーメントに対抗することができる。以上はX方向に加速するときの状況であるがY方向に加速するときの状況も同様である。ただしY電磁石の吸引力の作用線と（XYスライダ+微動ステージ）全体の重心とのずれは X電磁石の吸引力の作用線と（XYスライダ+微動ステージ）全体の重心とのずれよりも相当小さいのでエアパッドが発生すべき負荷はより小さくて済む。

【0064】

以上説明したように第3実施形態では第2実施形態の効果に加えてXYスライダのピッティング方向の傾きをほぼゼロにできるという効果が得られる。

【0065】

以下、本発明の実施態様の例を列挙する。

【0066】

〔実施態様1〕 第1の方向に延び、該第1の方向と直角な第2の方向へ移動可能な第1方向ガイドと、

前記第1方向ガイドを前記第2の方向へ移動させる駆動機構と、
前記第1方向ガイドにガイドされて、前記第1の方向に移動可能な可動体と、
前記可動体と前記第1方向ガイドとの間に、前記第2の方向に沿った電磁力を
発生して、該可動体と該第1方向ガイドとを非接触に保つ電磁力発生手段と
を備えることを特徴とするステージ装置。

〔実施態様2〕 前記電磁力発生手段は、前記第1方向ガイドのガイド面に対向して前記移動体に設けられた電磁石と、該ガイド面に沿って設けられた吸引板とを含むことを特徴とする実施態様1に記載のステージ装置。

〔実施態様3〕 前記可動体上に搭載され、少なくとも前記第2の方向の変位を制御可能な微動ステージを更に備えることを特徴とする実施態様1に記載のステージ装置。

〔実施態様4〕 前記微動ステージは6軸方向にローレンツ力で制御されることを特徴とする実施態様3に記載のステージ装置。

〔実施態様5〕 前記可動体は、前記第1方向ガイド上に設けられたリニアモータによって前記第1の方向に移動することを特徴とする実施態様1に記載のステージ装置。

【0067】

〔実施態様6〕 第1の方向に延び、該第1の方向と直角な第2の方向へ移動可能な第1方向ガイドと、

前記第2の方向に延び、前記第1の方向へ移動可能な第2方向ガイドと、

前記第1及び第2方向ガイドをそれぞれ前記第2及び第1の方向へ移動させる駆動機構と、

前記第1及び第2方向ガイドの交差部に設けられ、該第1及び第2方向ガイドにガイドされて前記第1及び第2の方向に移動可能な可動体と、

前記可動体と前記第1方向ガイドとの間に前記第2の方向に沿った電磁力を発生して該可動体と該第1方向ガイドとを非接触に保つ第1電磁力発生手段と、該可動体と前記第2方向ガイドとの間に前記第1の方向に沿った電磁力を発生して該可動体と該第2方向ガイドとを非接触に保つ第2電磁力発生手段とを備えることを特徴とするステージ装置。

〔実施態様7〕 前記第1方向ガイドと前記可動体との間、及び前記第2方向ガイドと該可動体との間に、前記第1及び第2の方向を含む平面に対して直角な第3の方向に沿った電磁力を発生する、第3電磁力発生手段を更に備えることを特徴とする実施態様6に記載のステージ装置。

〔実施態様8〕 前記駆動機構が、有鉄心の可動磁石型リニアモータである

ことを特徴とする実施態様6に記載のステージ装置。

【実施態様9】 第1の方向に延び、該第1の方向と直角な第2の方向へ移動可能な第1方向ガイドを前記第2の方向へ移動させる駆動工程と、

前記第1方向ガイドにガイドされて前記第1の方向に移動可能な可動体と該第1方向ガイドとの間に前記第2の方向に沿った電磁力を発生する発生手段を制御して、該可動体と該第1方向ガイドとを非接触に保つ第1制御工程と、

前記駆動工程による前記第1方向ガイドの前記第2の方向への移動に応じて、前記可動体に該第2の方向への加速力を付与するべく前記発生手段を制御する第2制御工程と

を備えることを特徴とするステージ装置の制御方法。

【0068】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、微動ステージを搭載した搬送質量の大きな可動体を加速できる非接触ガイドが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1実施形態による移動ステージ装置の概観を示す図である。

【図2】

第1実施形態による移動ステージ装置の一部省略図である。

【図3】

第1実施形態による移動ステージ装置における電磁石周りの詳細図である。

【図4】

第1実施形態による電磁石制御を説明する図である。

【図5】

第2実施形態による移動ステージ装置の概観を示す図である。

【図6】

第2実施形態による移動ステージ装置の一部省略図である。

【図7】

第2実施形態の移動ステージ装置におけるY電磁石の周辺詳細図である。

【図8】

第2実施形態の移動ステージ装置におけるリニアモータの説明図である。

【図9】

第3実施形態の移動ステージ装置の概観を示す図である。

【図10】

第3実施形態による移動ステージ装置の一部省略図である。

【図11】

第3実施形態の移動ステージ装置におけるY電磁石およびZ電磁石の周辺詳細図である。

【図12】

第3実施形態の移動ステージ装置におけるY電磁石およびZ電磁石の周辺詳細図である。

【図13】

第3実施形態の移動ステージ装置におけるZ電磁石の作用を説明する図である

。

【図14】

第3実施形態の移動ステージ装置におけるZ電磁石の作用を説明する図である

。

【図15】

一般的な移動ステージ装置の概観を示す図である。

【図16】

微動ステージにおける6軸微動リニアモータの構成を説明する図である。

【図17】

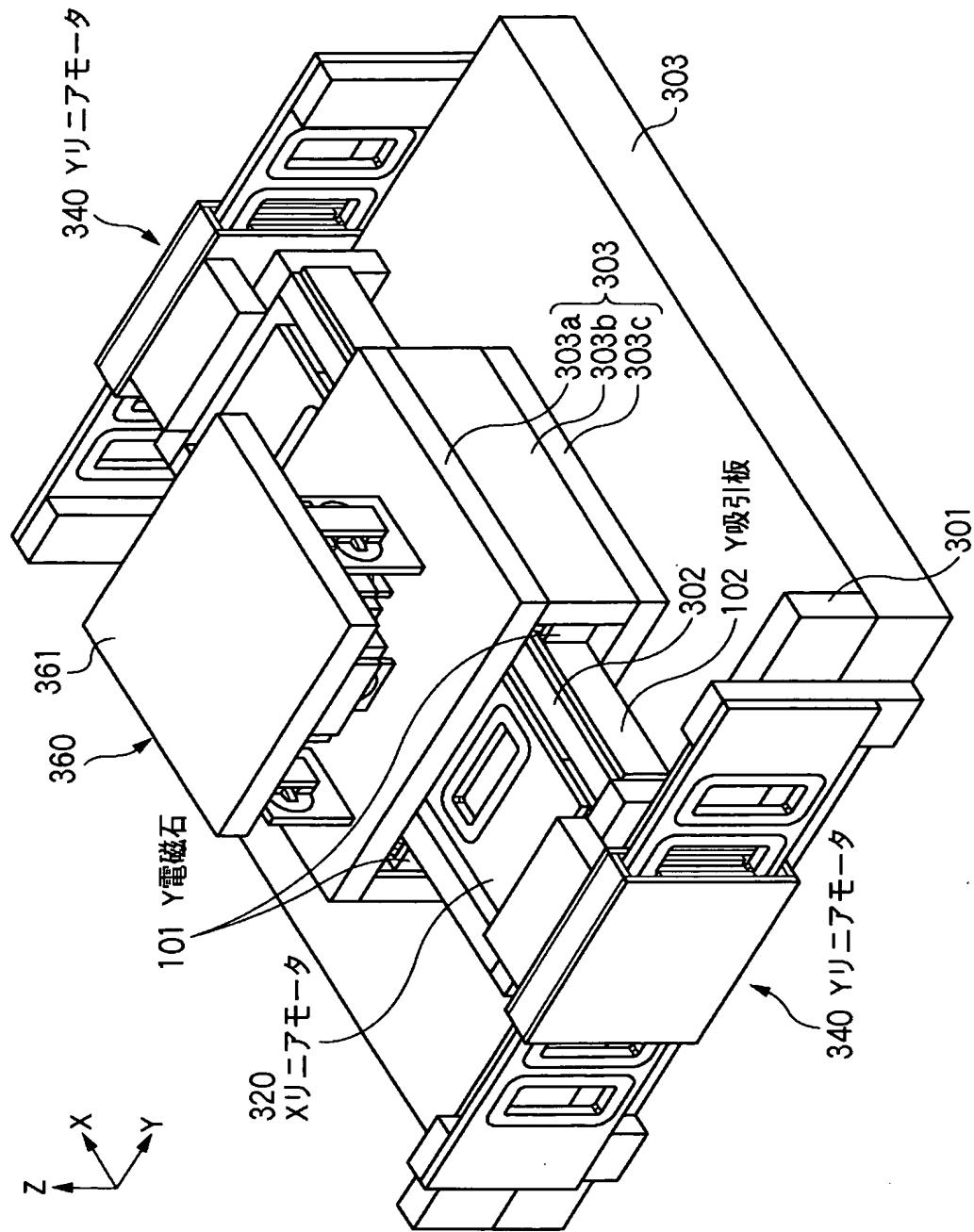
Yスライダを駆動するための粗動リニアモータの構成を説明する図である。

【図18】

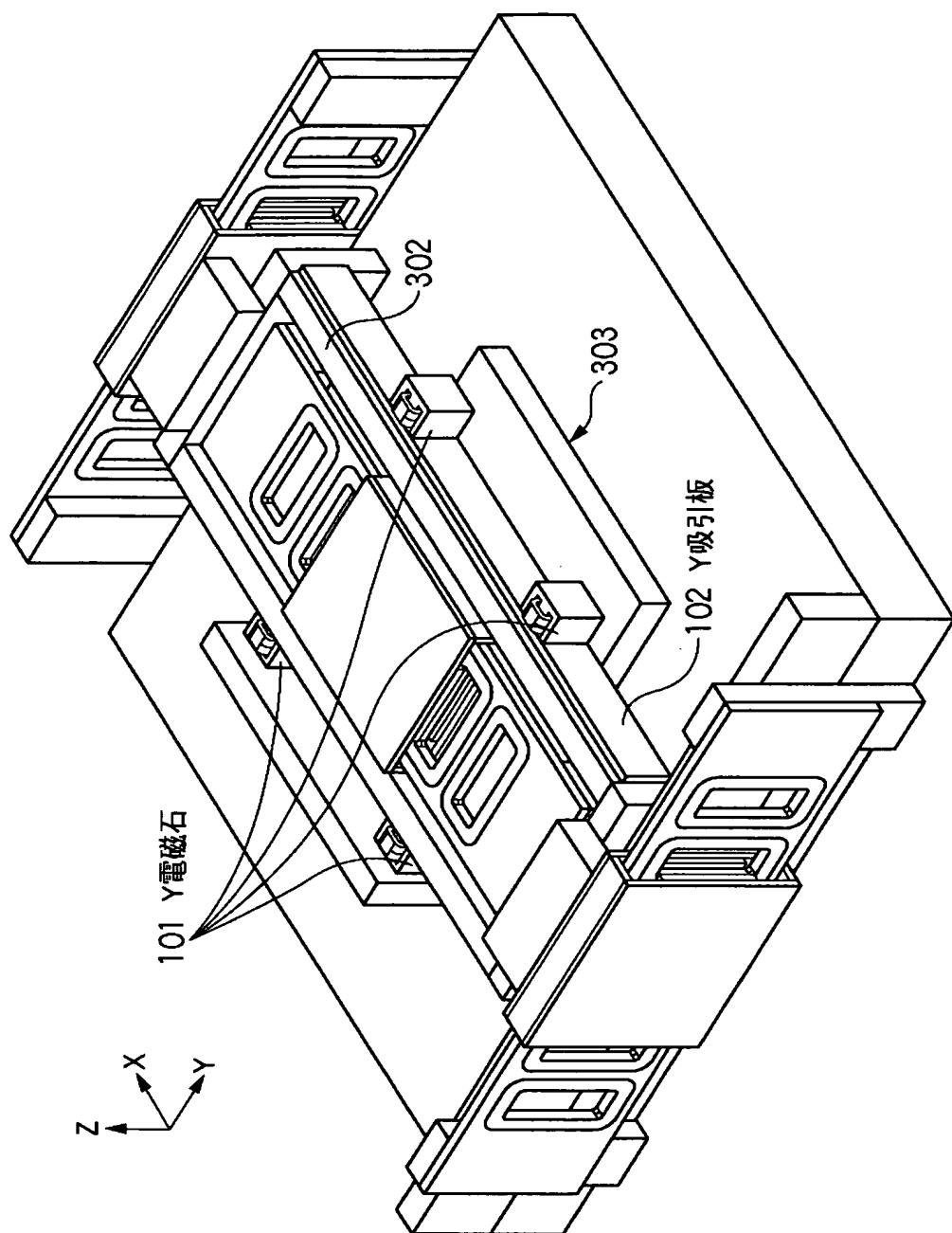
一般的な移動ステージ装置に採用されているエアパッドを説明する図である。

【書類名】 図面

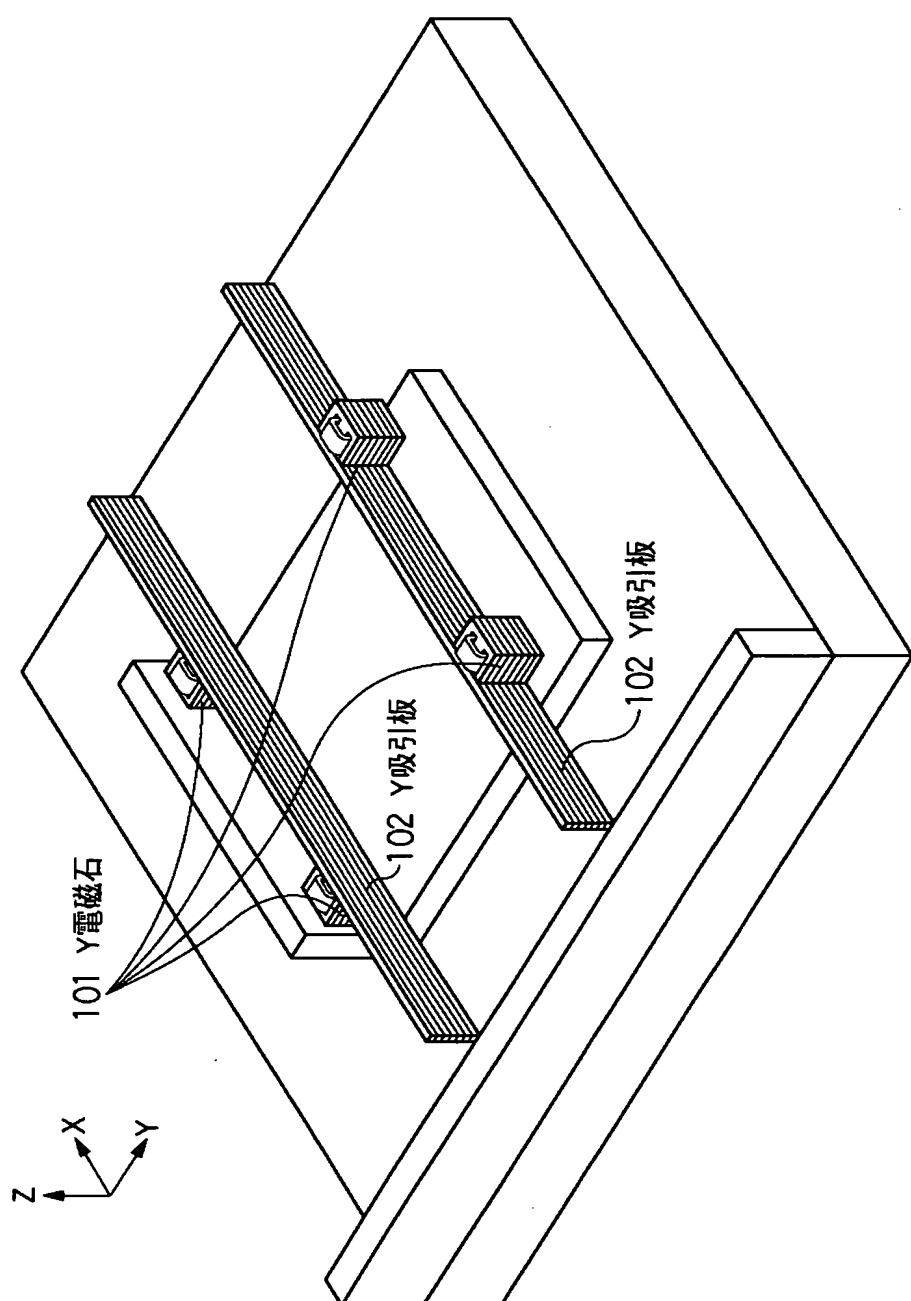
【図 1】



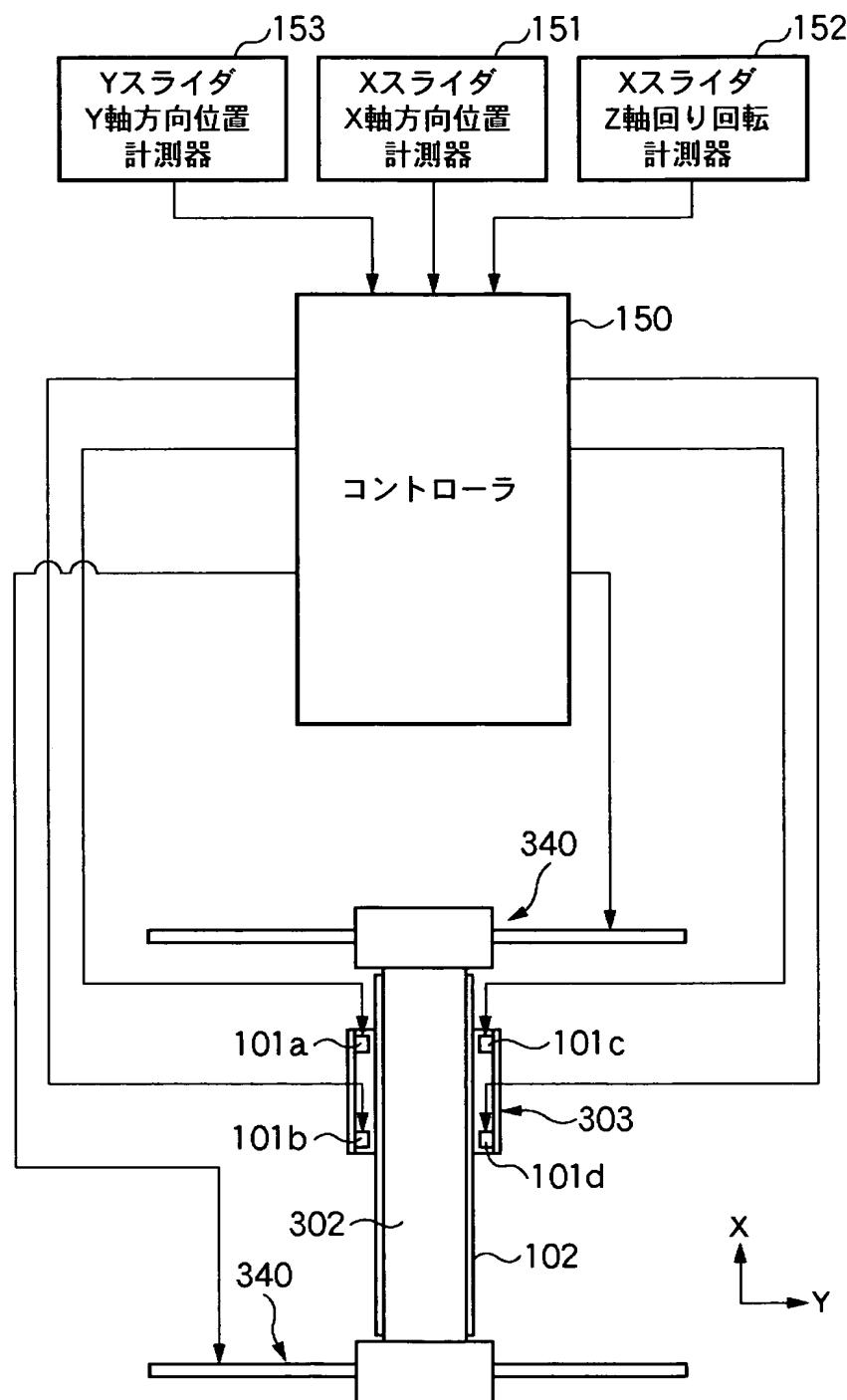
【図2】



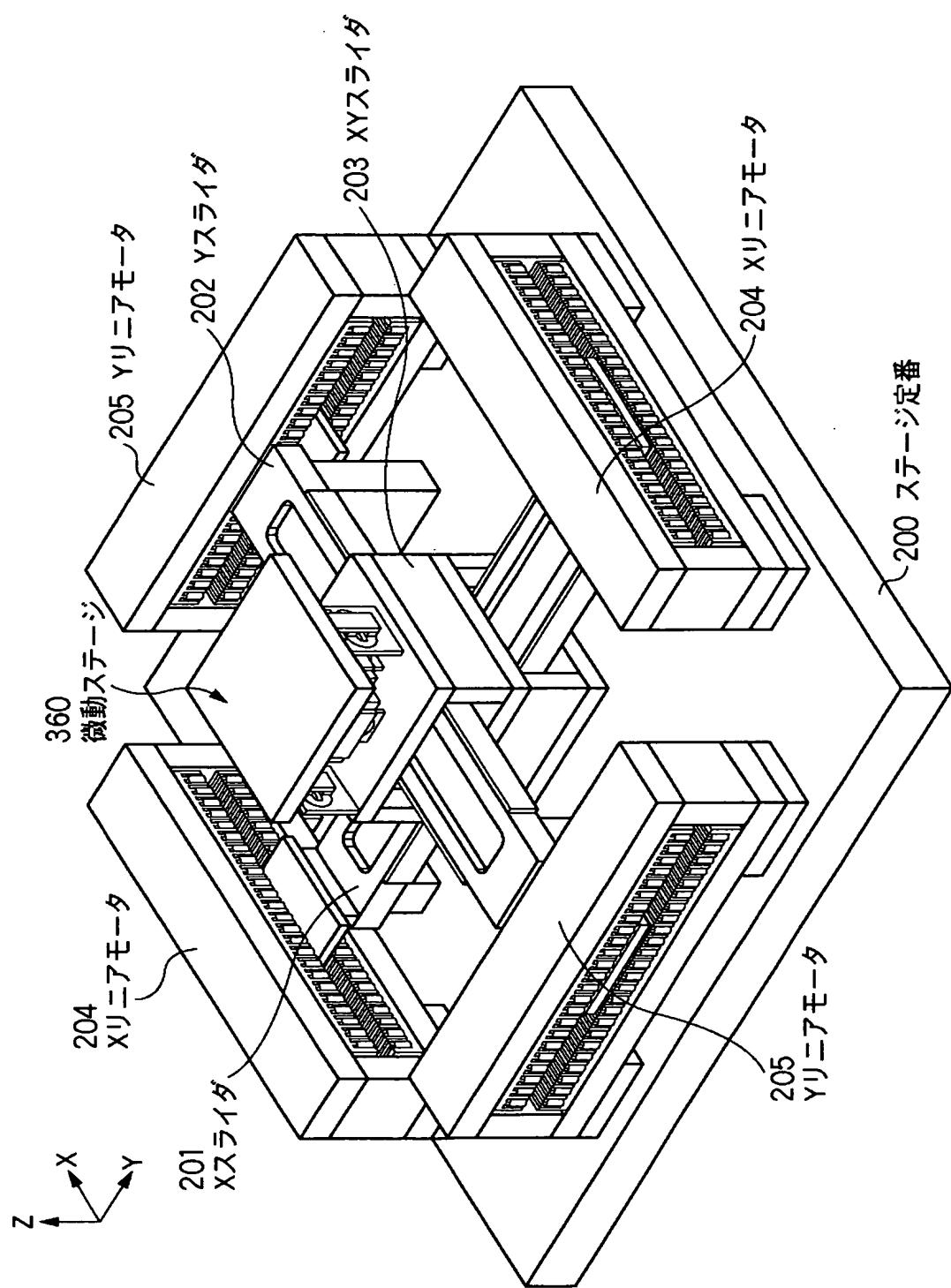
【図3】



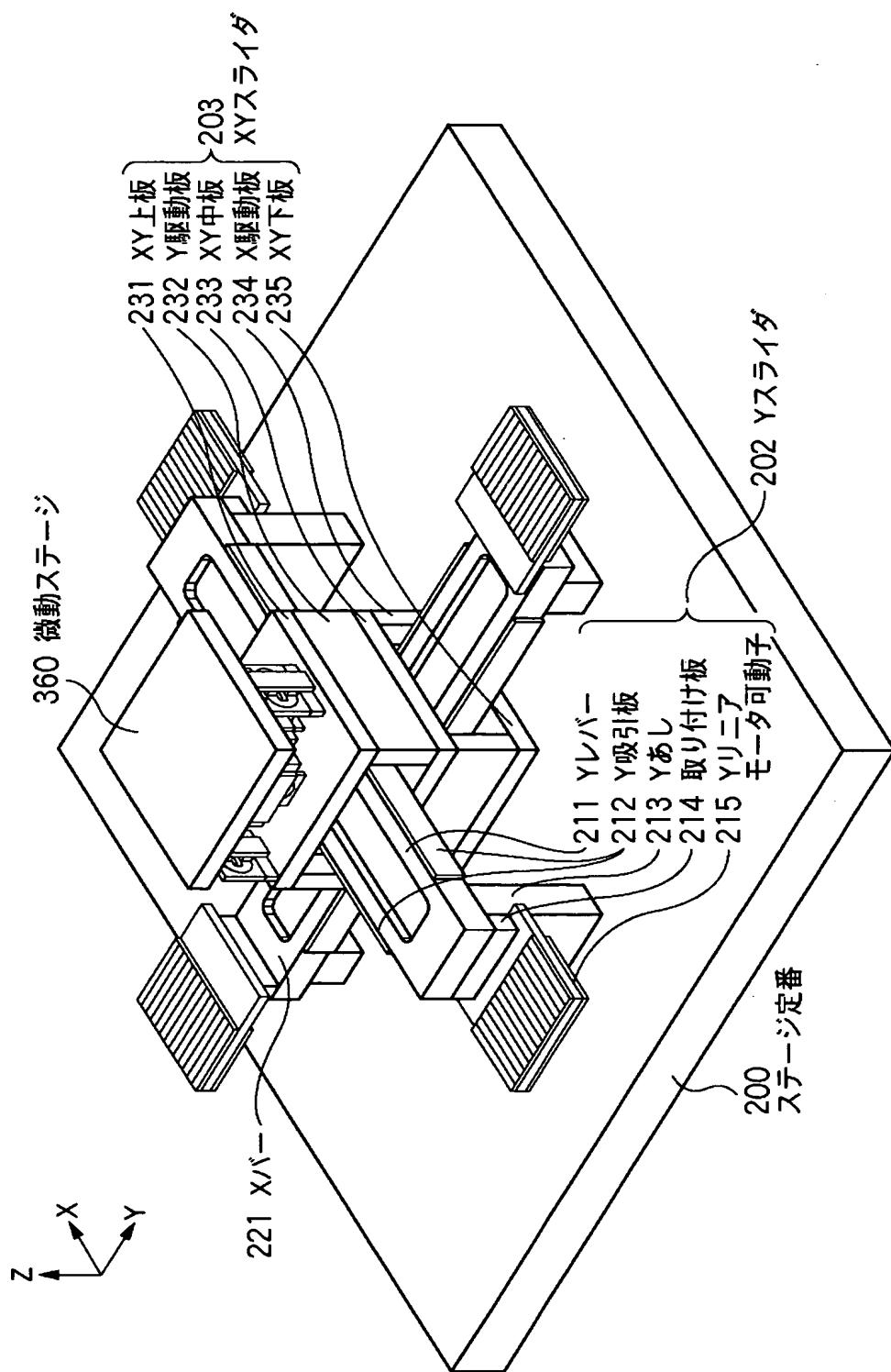
【図4】



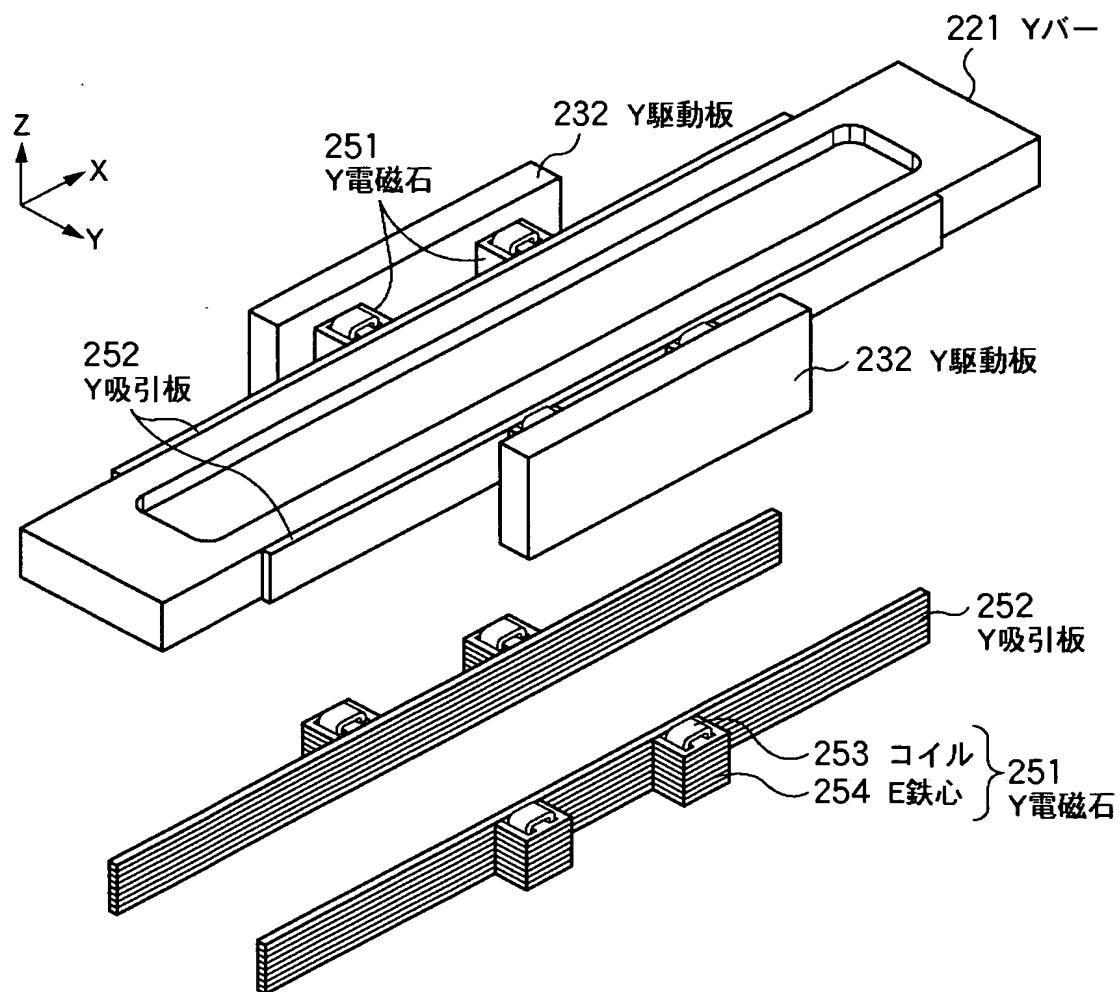
【図 5】



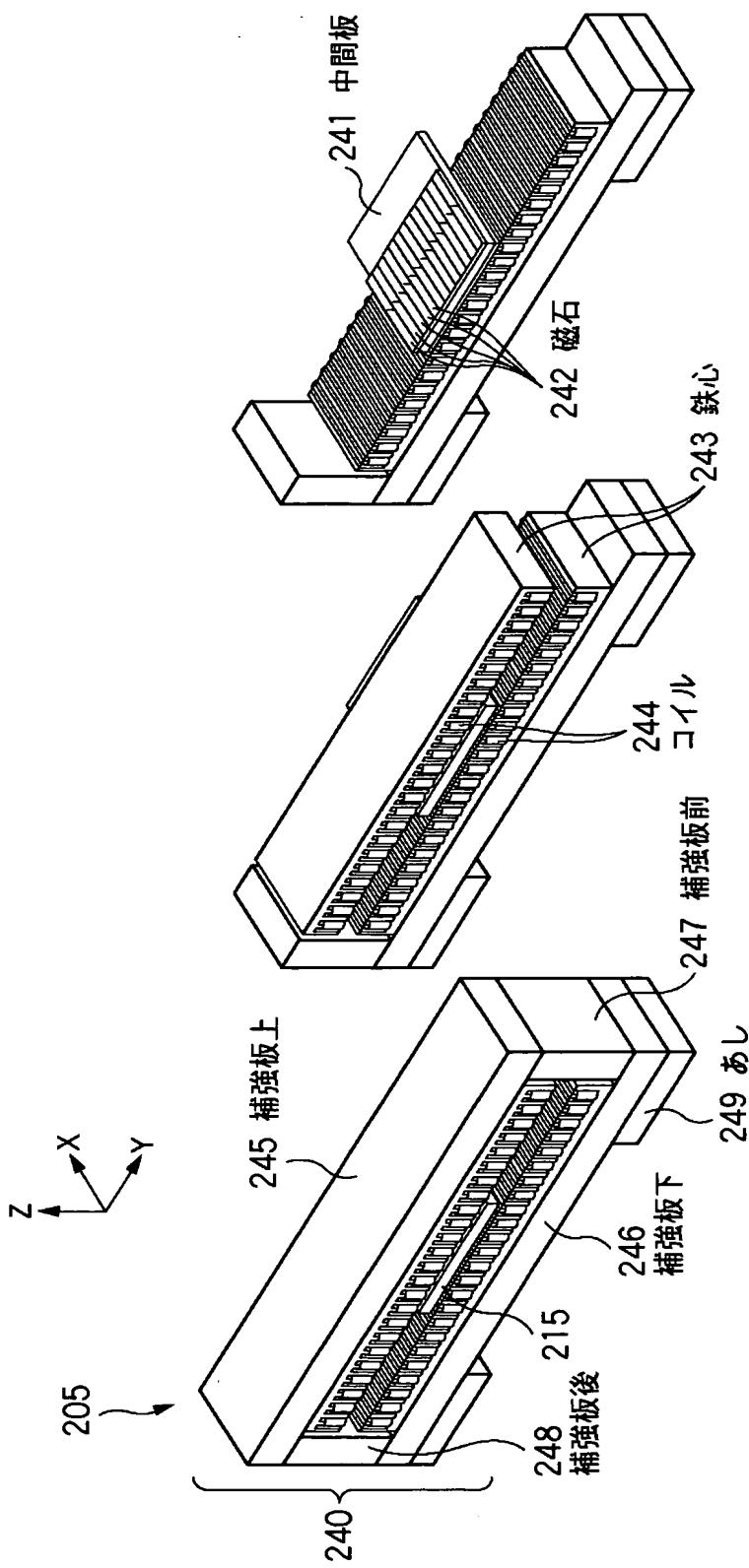
【図 6】



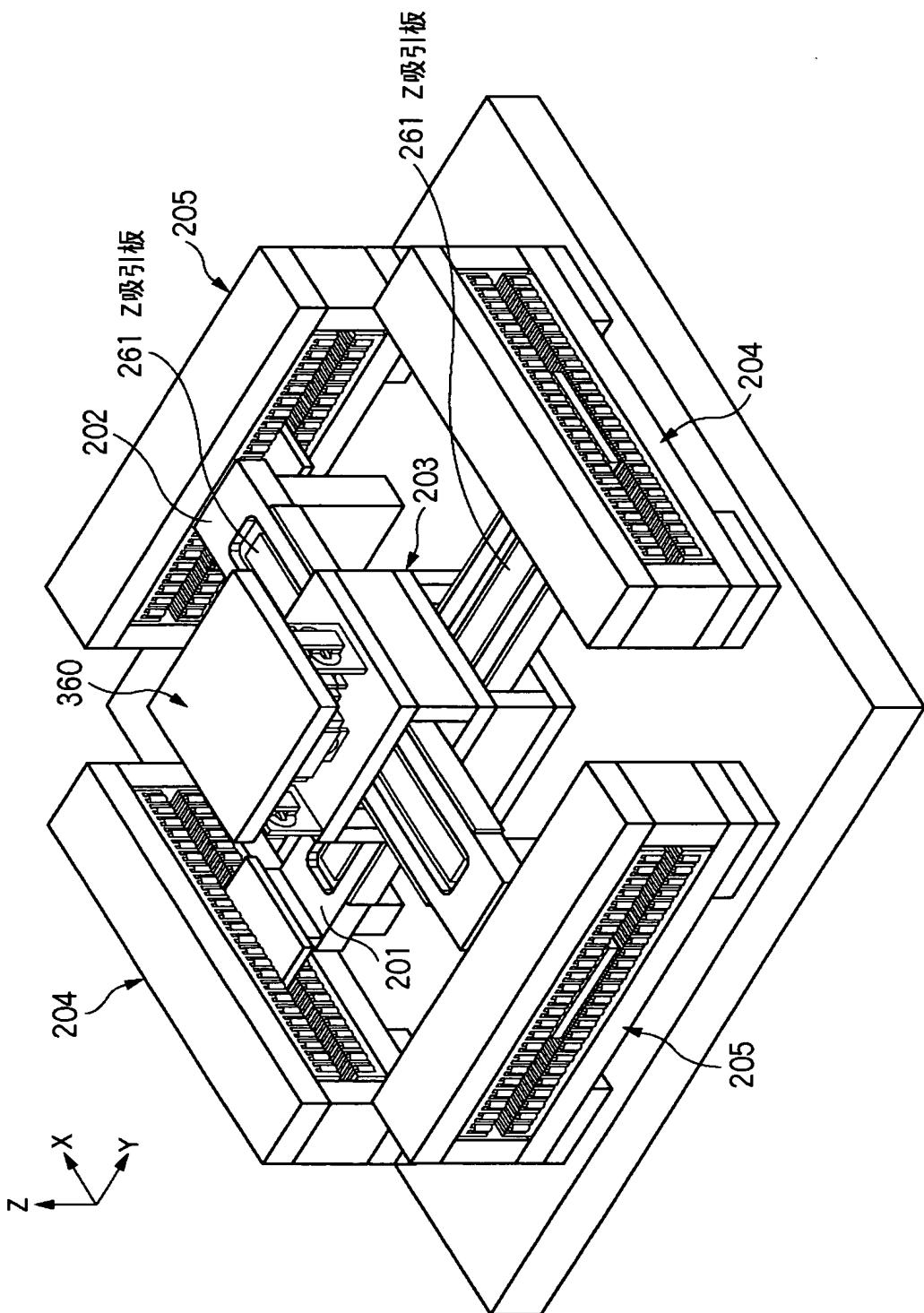
【図7】



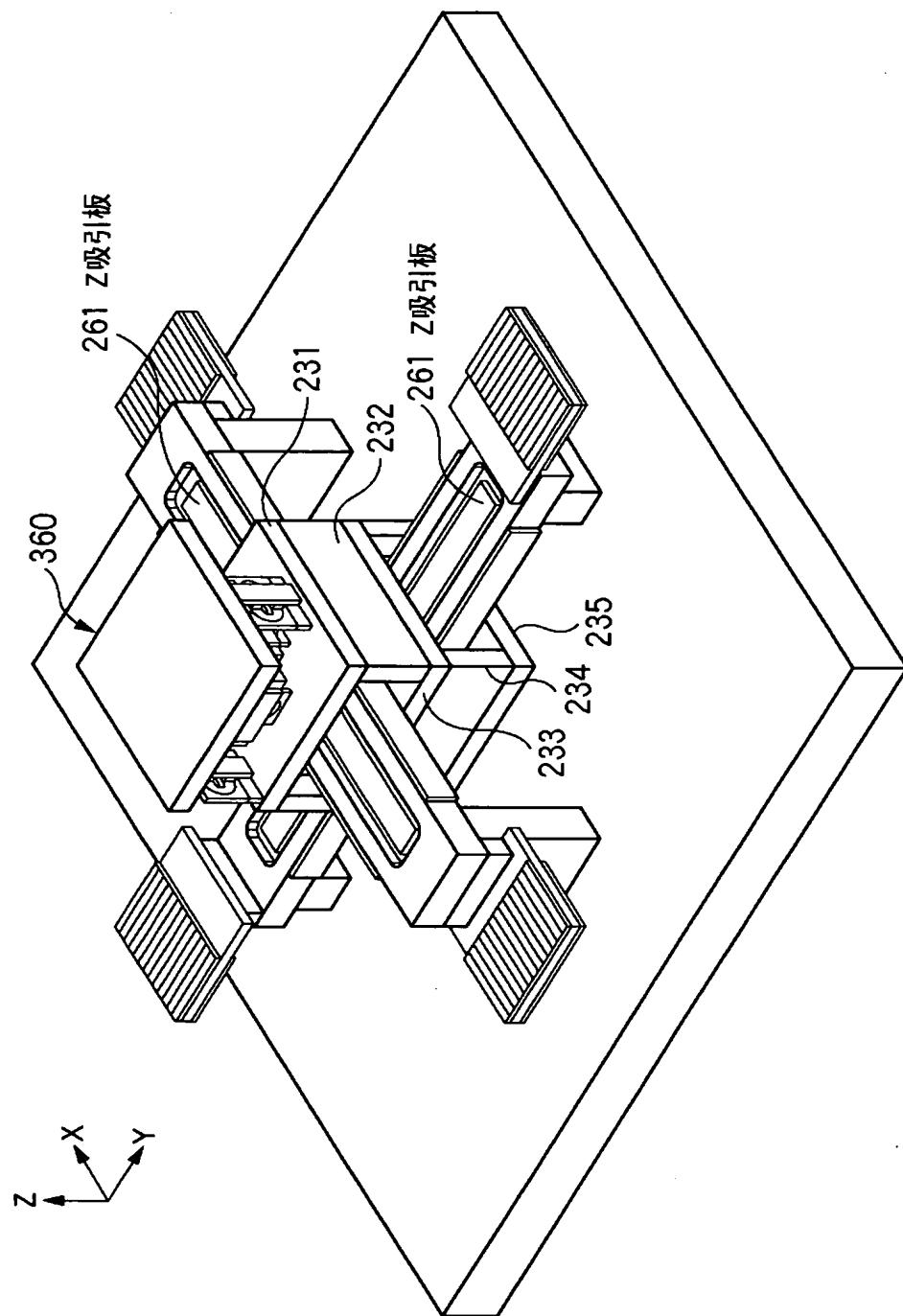
【図 8】



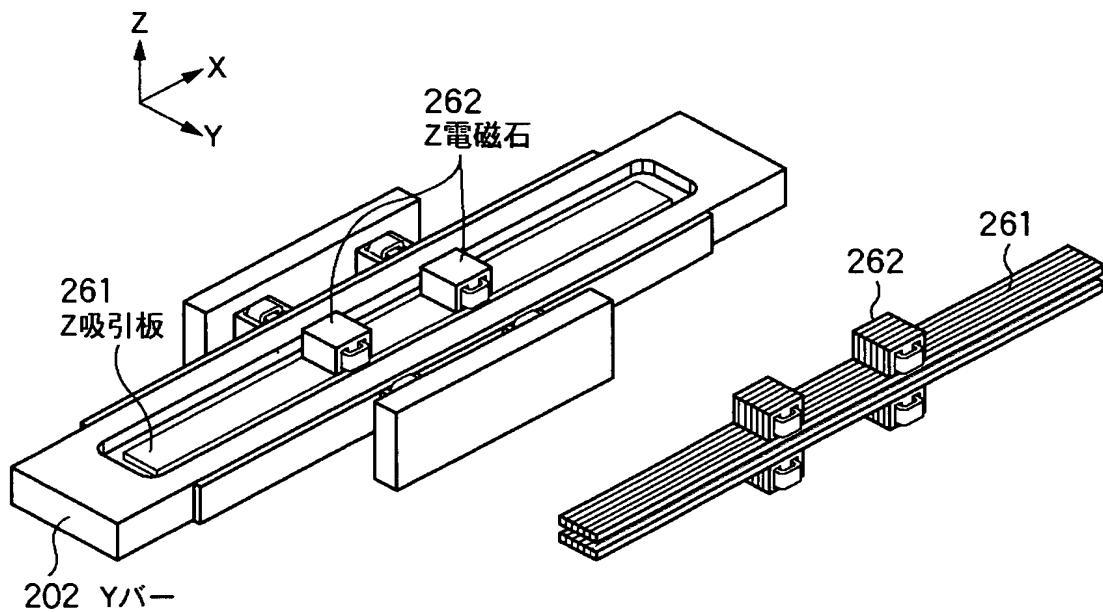
【図9】



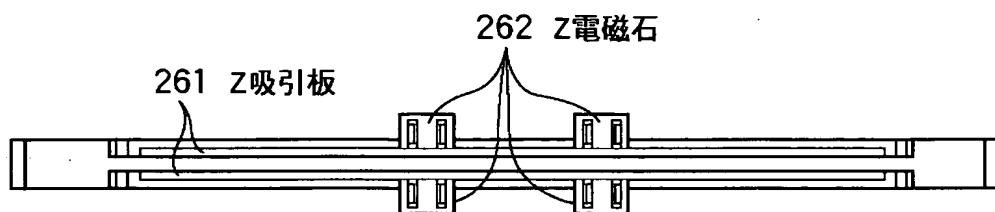
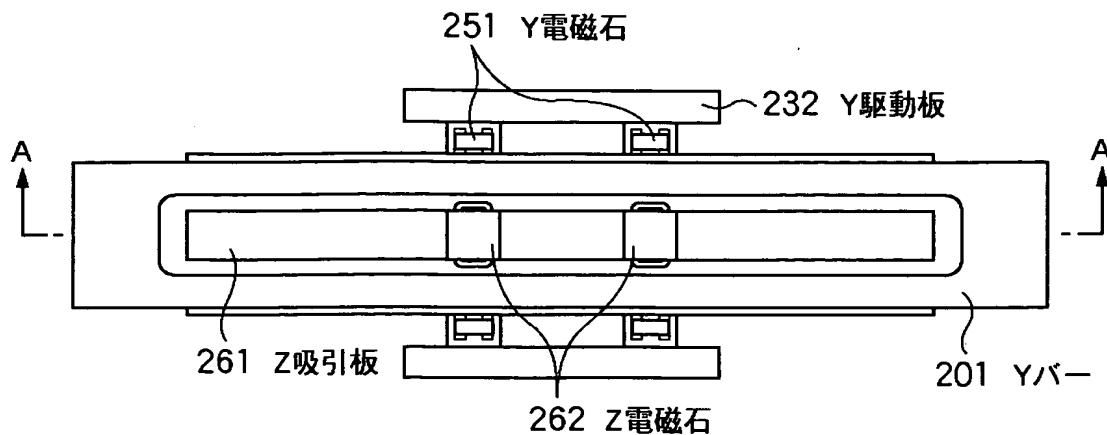
【図10】



【図11】

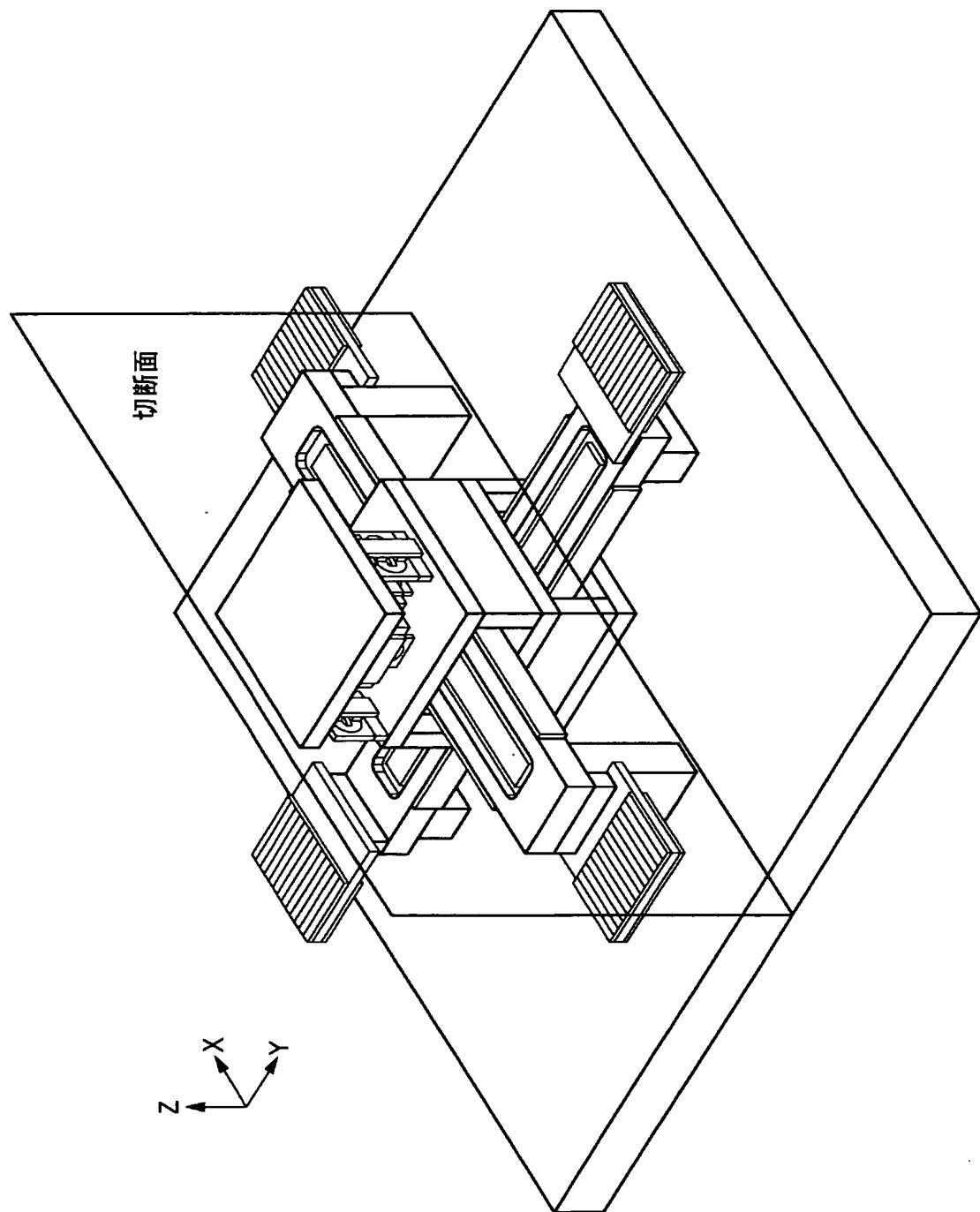


【図12】



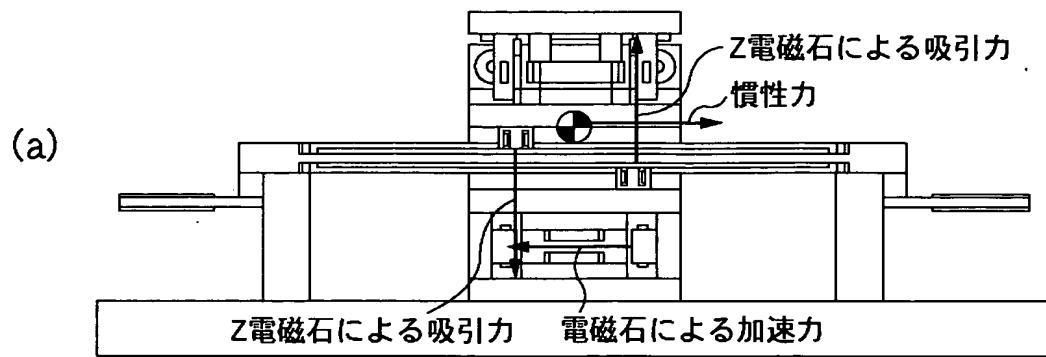
A-A断面図

【図13】

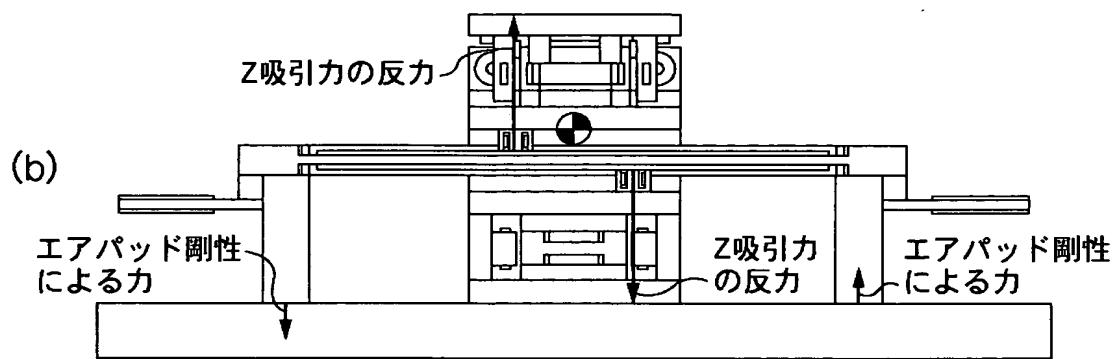


【図14】

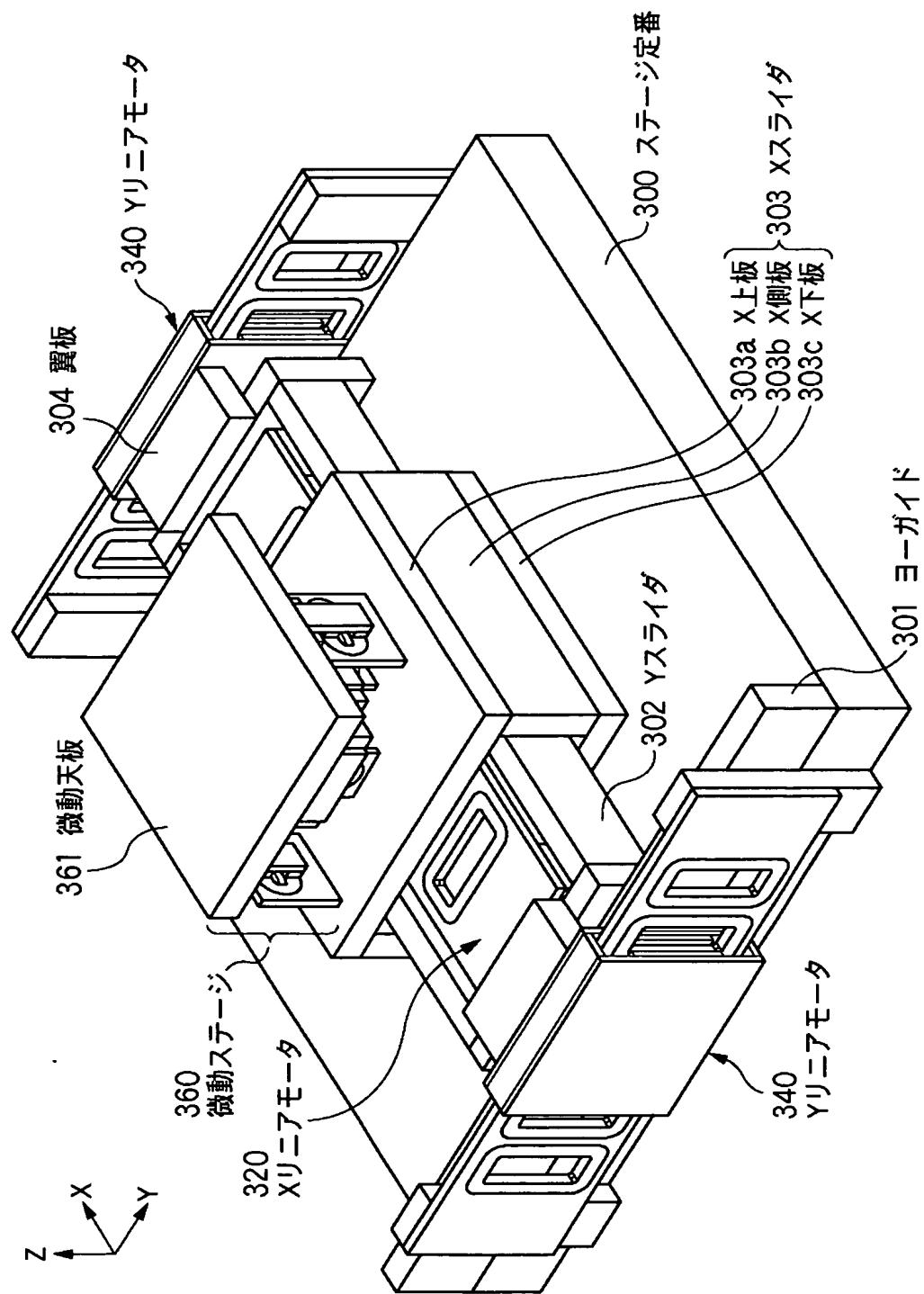
XYスライダおよび微動ステージに作用する力



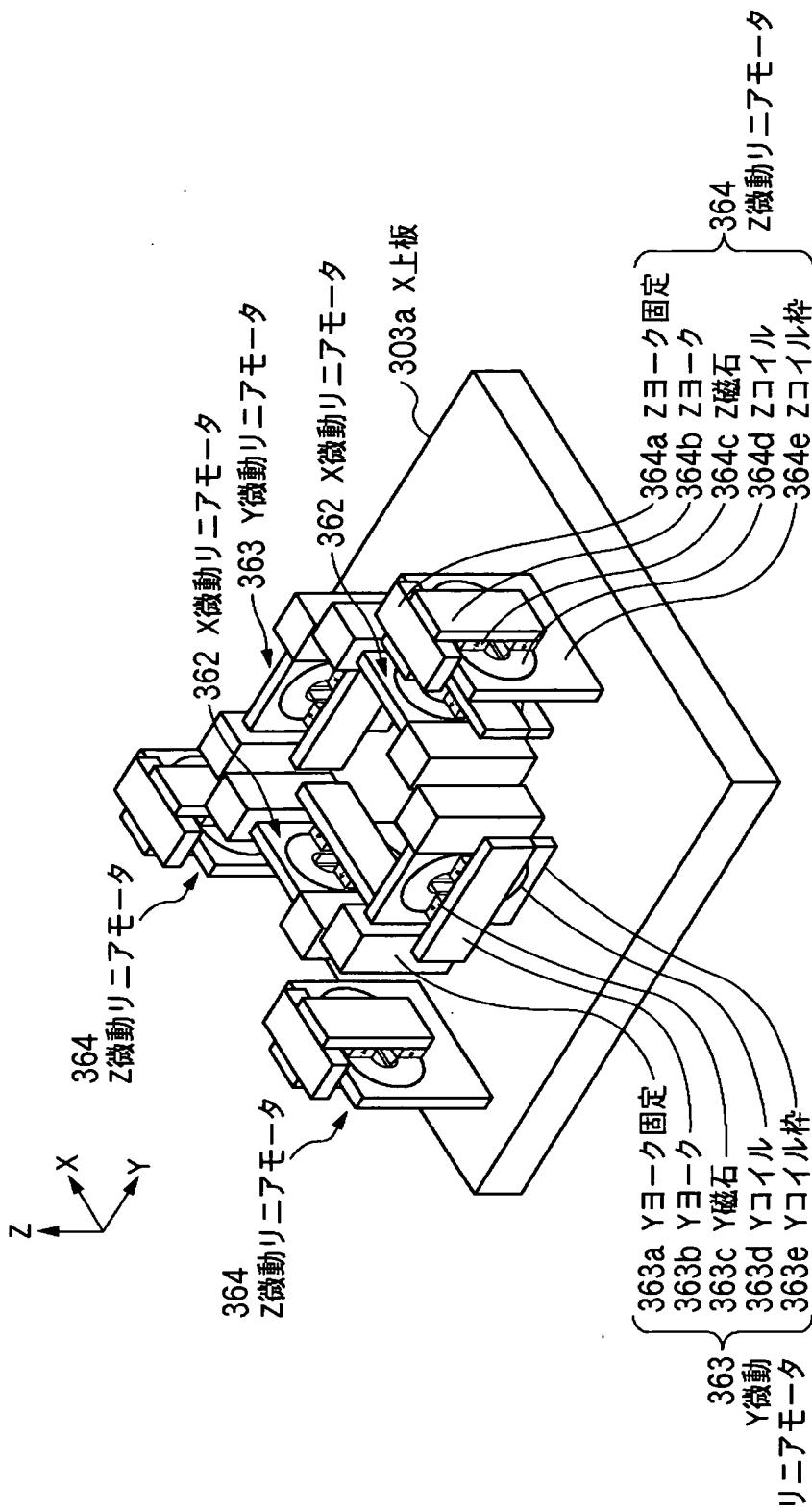
Yバーに作用する力



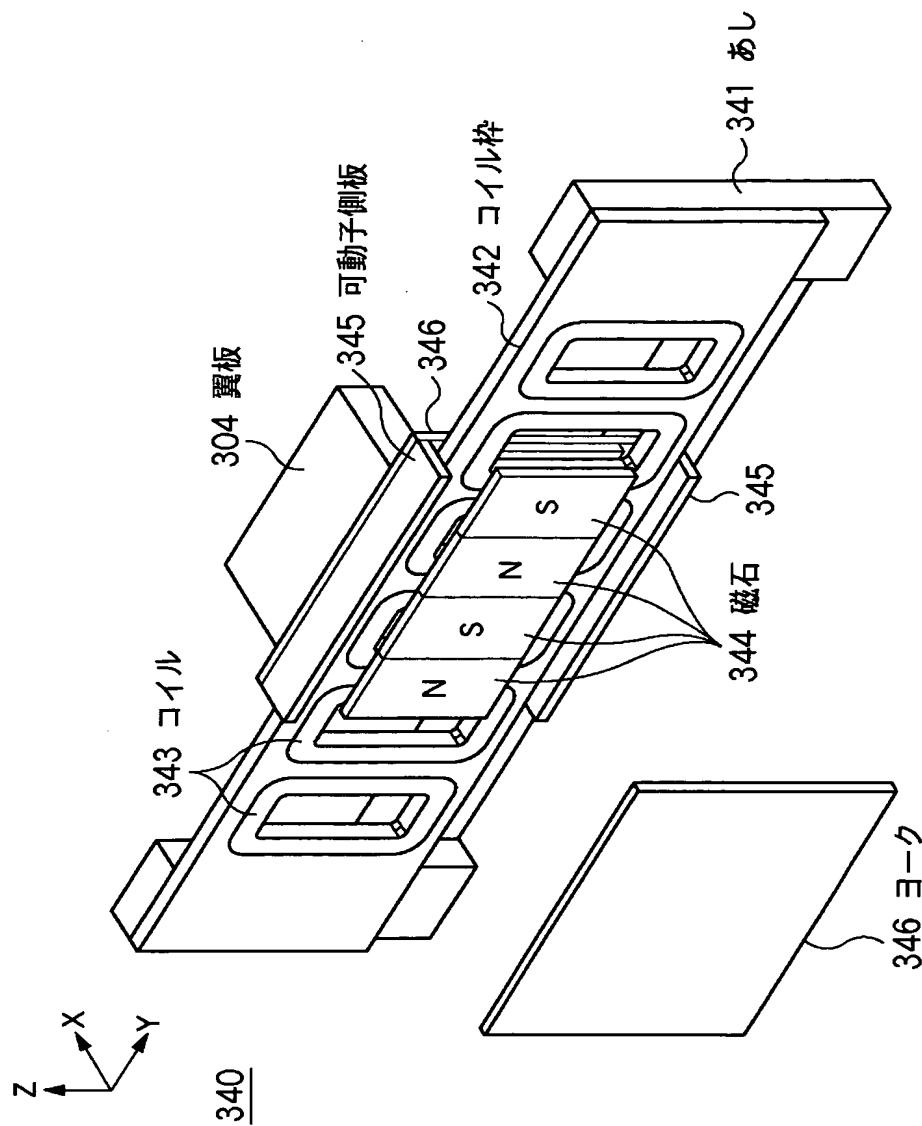
【図15】



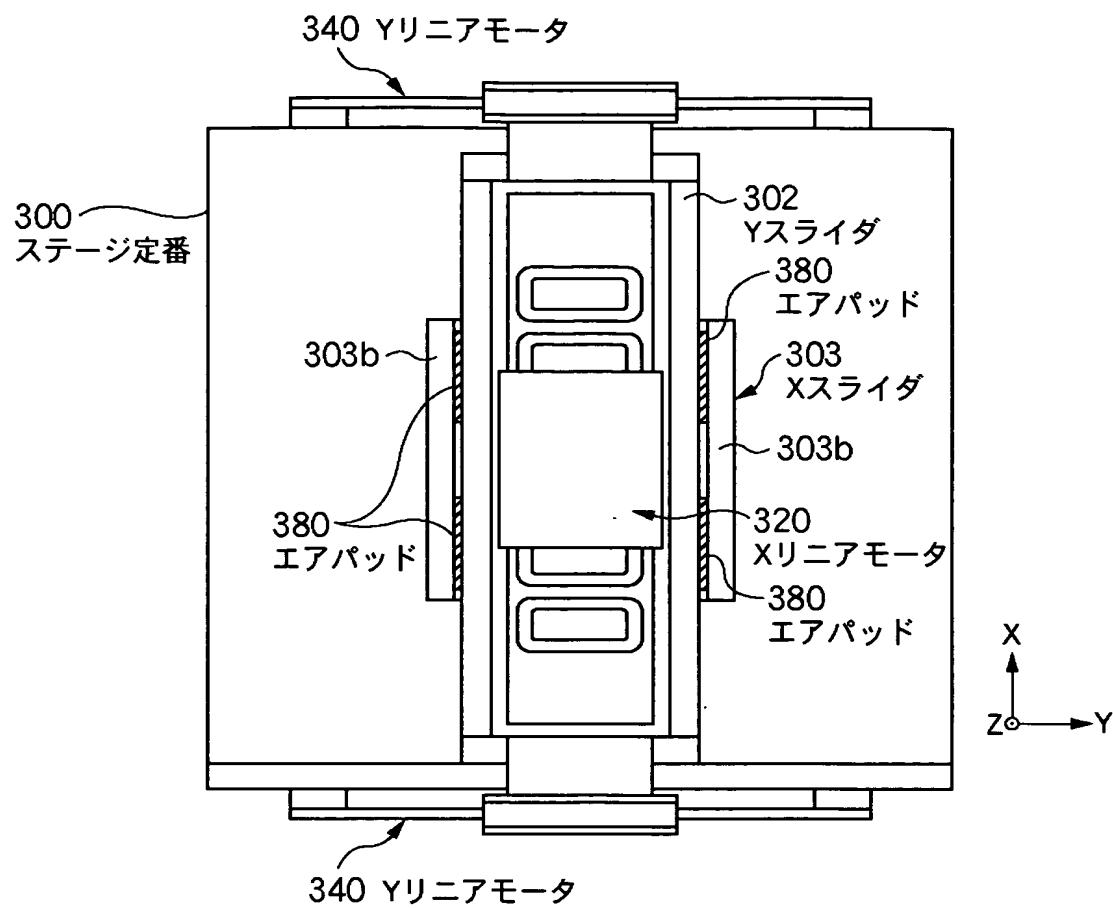
【図16】



【図17】



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 微動ステージを搭載した搬送質量の大きな可動体を加速できる非接触ガイドが提供される。

【解決手段】 X軸方向に延びるYスライダ302は、Yリニアモータ340によってY軸方向へ移動が可能である。微動ステージ360を搭載したXスライダ303は、Yスライダ302にガイドされて、Xリニアモータ320によりX軸方向へ移動可能である。Xスライダ303にはYスライダ302のガイド面に対向してY電磁石101が設けられ、Yスライダ302のガイド面にはY吸引板102が設けられる。これにより、Xスライダ303とYスライダ302との間に、Y軸方向に沿った吸引力を発生して、Xスライダ303とYスライダ302とを非接触に保つとともに、Yスライダ302がY軸方向へ移動する際には、Xスライダ303に対して適切な加速力が付与される。

【選択図】 図1

特願2002-339750

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社